

Cultivo da Cana-de- Açúcar





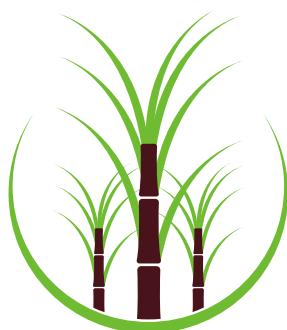
Sumário

- | | |
|----|---|
| 02 | Introdução da cultura da cana-de-açúcar no Brasil |
| 07 | Perspectivas da cultura de cana-de-açúcar no Brasil |
| 09 | Impactos ambientais da cultura de cana-de-açúcar |
| 12 | Como é o ciclo da cana? |
| 17 | Derivados da Cana |
| 19 | Abordagem Climática |
| 21 | A monocultura da cana-de-açúcar e impactos significativos no Brasil |
| 26 | Produção de Alcool no Brasil + Ditadura Militar |
| 29 | Etapas da produção de combustível a partir da cana. |
| 01 | |

Contextualização sobre o cultivo da cana no Brasil.

A cana-de-açúcar é cultivada comercialmente em mais de 70 países e territórios sendo os maiores produtores o Brasil, Índia, Cuba, México, China, Filipinas, Austrália, África do sul, Estados Unidos da América, República Dominicana e Formosa.

Desde os tempos do seu descobrimento, que o Brasil cultiva a cana-de-açúcar, sendo os primeiros canaviais implantados com mudas trazidas de outros continentes pelos colonizadores. Embora exista alguma opinião divergente com relação à origem geográfica, segundo um consenso geral entre os historiadores, a cana-de-açúcar é oriunda do Sudoeste Asiático, Java, Nova Guiné e também da Índia





Em 1532, a expedição de Martin Afonso de Souza iniciou a colonização do Brasil por ordem de Dom João III, com a criação das Capitanias Hereditárias e a fundação da vila São Vicente, onde foi estabelecido o engenho São Jorge, considerado por alguns estudiosos como o primeiro do Brasil.

Em 1534, a divisão do Brasil em Capitanias Hereditárias foi formalizada, e o cultivo de cana-de-açúcar se expandiu rapidamente. Durante o Império, a economia brasileira tornou-se fortemente dependente da produção de açúcar e da exportação do produto.



Primeira Lavoura de cana de açúcar no Brasil, localizada em Santos, São Paulo.



A Capitania de Pernambuco, sob a administração de Duarte Coelho, tornou-se o principal centro açucareiro do Brasil devido à habilidade do donatário, ao solo e clima adequados, e à sua localização mais próxima da Europa em comparação com São Vicente, outro local importante na produção de açúcar.

A primeira espécie de cana introduzida no Brasil foi a *Saccharum officinarum*, trazida da ilha da Madeira em 1502. Essa variedade, conhecida como cana tropical, destacava-se pelo alto teor de açúcar, porte elevado, colmo grosso e baixo teor de fibras.



Colheita da Cana na Ilha da Madeira, Portugal.



Em todo o processo de produção, da plantação das mudas até o encaixotamento do açúcar destinado especialmente a Europa, o trabalho fora realizado por escravos. Se num primeiro momento a escravização recaíra sobre os nativos da terra – os indígenas – mais baratos e facilmente capturados, com o tempo, acentuou-se a substituição destes por cativos de origem africana, acima de tudo, pelo fato do tráfico transatlântico proporcionar uma generosa arrecadação aos sujeitos envolvidos e, em consequência, à Coroa Portuguesa.



Trabalho Escravo no Engenho de Açúcar



A variedade de cana-de-açúcar Creoula foi cultivada no Brasil de 1532 até 1810, sendo substituída pela Caiana devido à maior produtividade e teor de sacarose desta última. A Caiana, que impulsionou a expansão da indústria açucareira, predominou até cerca de 1880, quando foi severamente afetada por uma doença chamada Gomose. A Creoula, por ser pouco rústica e suscetível a doenças, era cultivada em solos virgens e férteis, mas foi gradualmente substituída por híbridos do gênero *Saccharum* devido ao desgaste e aos problemas de adaptação e doenças.



Cana Caiana, a substituta da Cana Creoula

Perspectivas da cultura de cana-de-açúcar no Brasil

De acordo com a União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo (ÚNICA) e a União das Destilarias do Oeste Paulista (UDOP), entre 2000 e 2004, os canaviais brasileiros receberam investimentos significativos devido à capitalização do setor sucroalcooleiro. Essa capitalização foi impulsionada pela recuperação dos preços do açúcar no mercado internacional, especialmente entre as safras 2000/01 e 2002/03.

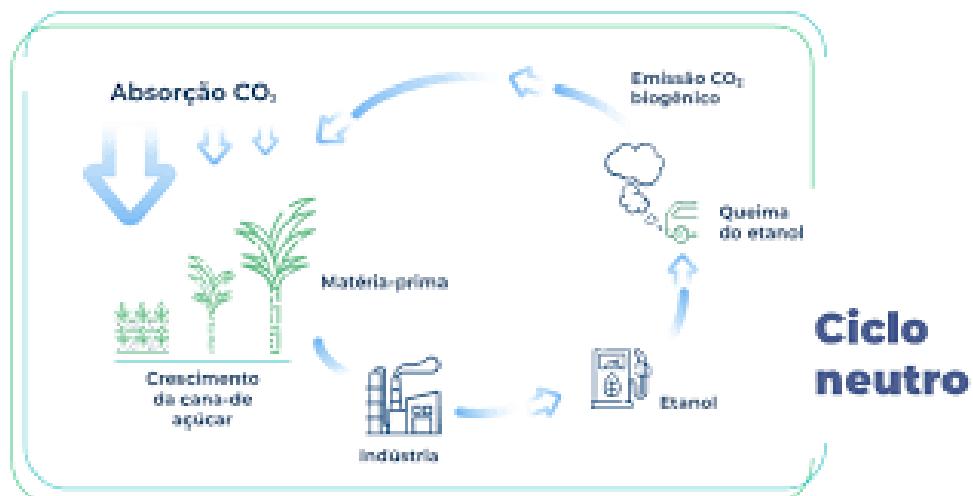
Além disso, o período foi marcado por mais de 30 operações de fusões e aquisições de usinas, facilitando a entrada de capital estrangeiro no setor. Como resultado desses desenvolvimentos, na safra 2003/04, o Brasil colheu 350,3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, produzindo 24,2 milhões de toneladas de açúcar e 14,4 bilhões de litros de álcool, indicando perspectivas favoráveis para o setor.



Os canaviais brasileiros receberam investimentos significativos devido à capitalização do setor sucroalcooleiro, impulsionada pela recuperação dos preços do açúcar no mercado internacional. Nesse período, ocorreram mais de 30 fusões e aquisições de usinas, permitindo a entrada de capital estrangeiro. Como resultado, na safra 2003/04, o Brasil produziu 350,3 milhões de toneladas de cana, gerando 24,2 milhões de toneladas de açúcar e 14,4 bilhões de litros de álcool, sinalizando perspectivas favoráveis para o setor

Impactos Ambientais da Cultura Cana-de-Açúcar

Sete milhões de toneladas de carbono deixaram de ser emitidas na atmosfera devido ao uso do etanol, tanto na forma de álcool hidratado quanto nos 25% de anidro misturado à gasolina. Esse dado, obtido por um estudo do Centro de Tecnologia da Copersucar (CTC), refere-se à safra de cana-de-açúcar de 2002-2003 e considera todo o ciclo de vida do álcool, desde a produção agrícola até as emissões veiculares. O principal benefício ambiental do etanol em relação ao petróleo é sua origem renovável.





Pois o mesmo é extraído da biomassa da cana-de-açúcar, e tem reconhecido potencial para seqüestrar carbono da atmosfera, o que lhe confere grande importância na diminuição global do efeito estufa.

Um bom trabalhador consegue cortar em média doze toneladas por dia, contra seis toneladas quando a cana não é queimada. Essa prática agrícola tem sido, no entanto, bastante polêmica, pois seu uso gera uma série de problemas para o meio ambiente e para as populações que residem em áreas urbanas próximas de plantações de canaviais, sendo eles:

1. Destrução da matéria orgânica do solo deixando exposto a erosões, o que tem provocado assoreamento de mananciais;

2. Eliminação de aves, animais e insetos, muitos destes organismos, importantes como inimigos naturais de pragas;

3. Eliminação de alguns microrganismos do solo;



Outro ponto importante é a produção da fuligem, uma substância escura produzida no momento da combustão, que provoca a liberação do monóxido de carbono que é altamente tóxico. A fuligem é um composto de óleo empireumático, carbono, sais minerais e ácido acético, que fica no local e nas suas proximidades, provocando muita sujeira nos centros urbanos próximos ao cultivo e em alguns casos, irritações no aparelho respiratório do homem e de certos animais.

Uma pesquisa do Departamento de Produção Vegetal, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ - USP mostra que a colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sem a queima da palhada, reduz o impacto ambiental e ajuda na eliminação de ervas daninhas do canavial.



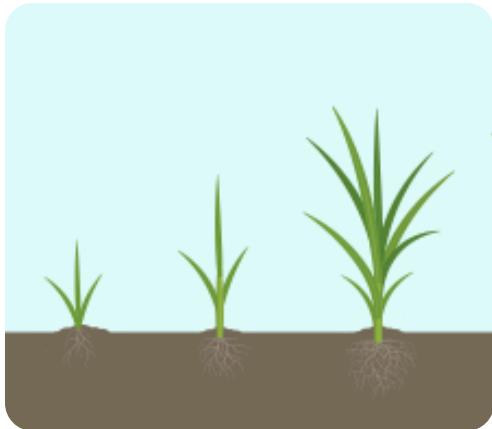
Como é o ciclo da cana?

A cana é considerada uma cultura semi-perene, visto que existem várias colheitas/cortes da planta até que ela precise ser replantada. Em média, hoje temos um ciclo completo em 6 anos, 1 para plantio e 5 cortes/colheitas.

Esse número pode variar de acordo com o manejo e cuidados aplicados.

Hoje existem produtores, em sua grande maioria fornecedores, cultivando a mesma soqueira por mais de 10 anos, o que mostra a importância do manejo adequado desta cultura. Da mesma família do milho, arroz, cevada e outras gramíneas, a cana-de-açúcar é uma planta de formato cilíndrico, fina e que pode alcançar até 6 metros de altura.

→ Quais são as fases do ciclo da cana-de-açúcar?



Germinação:

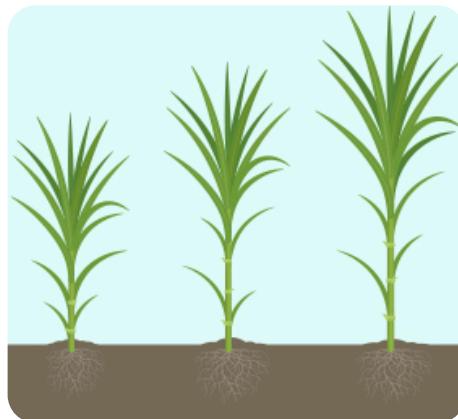
Na cana-de-açúcar, a germinação ocorre a partir dos toletes, que são pedaços do colmo plantados no solo. Esses toletes possuem gemas que brotam, dando início ao desenvolvimento da nova planta.

Brotação:

Após o corte da cana, a soqueira (parte do colmo que fica no campo) começa a brotar novamente, formando novas hastes.

Desenvolvimento Radicular e Foliar:

Nesse estágio, as raízes da cana-de-açúcar começam a se expandir para garantir a absorção de água e nutrientes.



Perfilhamento:

O perfilhamento é um estágio importante para a cana-de-açúcar, onde várias hastes começam a surgir a partir do tolete original.

Desenvolvimento do Colmo:

O colmo da cana-de-açúcar continua a se expandir e se encher de sacarose, que é o principal produto de interesse na colheita da cana.

Emergência da Inflorescência:

Neste estágio, a planta começa a desenvolver suas estruturas reprodutivas visíveis, com a inflorescência (o conjunto de flores) emergindo do caule.



Florescimento:

As flores da planta se abrem, revelando os órgãos reprodutivos, como estames e pistilos.

Desenvolvimento do Fruto:

Após a fertilização, o ovário da flor começa a se transformar em fruto.

Maturação das Sementes:

As sementes dentro do fruto completam seu desenvolvimento, amadurecendo e acumulando reservas nutritivas.

O pesquisador Graham Bonnett (2013) classificou o desenvolvimento da cana-de-açúcar em nove estádios fenológicos, dos quais os estádios 1 ao 5 correspondem ao desenvolvimento vegetativo, e os estádios 5 ao 9 ao desenvolvimento reprodutivo. Após o plantio, espera-se que a cana-de-açúcar passe por pelo menos cinco colheitas. Por isso, um planejamento cuidadoso antes do plantio é crucial para evitar problemas e garantir a rentabilidade da cultura.



Plantação da Cana-de-Açúcar. Observ-se os colmos abaixo

Derivados da cana-de-Açúcar

Além do Etanol Hidratado Carburante, que emite 80% menos CO₂ que a gasolina, e do hidrogênio renovável produzido a partir do etanol da cana, outros derivados da cana-de-açúcar incluem:

Etanol Anidro: Utilizado como aditivo na gasolina.

Açúcar: Produzido em diversas formas, como cristal e refinado.

Melado: Produto líquido concentrado do caldo de cana.

Bagaço de Cana: Usado como combustível, ou para a produção de papel e celulose.

Cachaça: Bebida alcoólica destilada do caldo de cana.

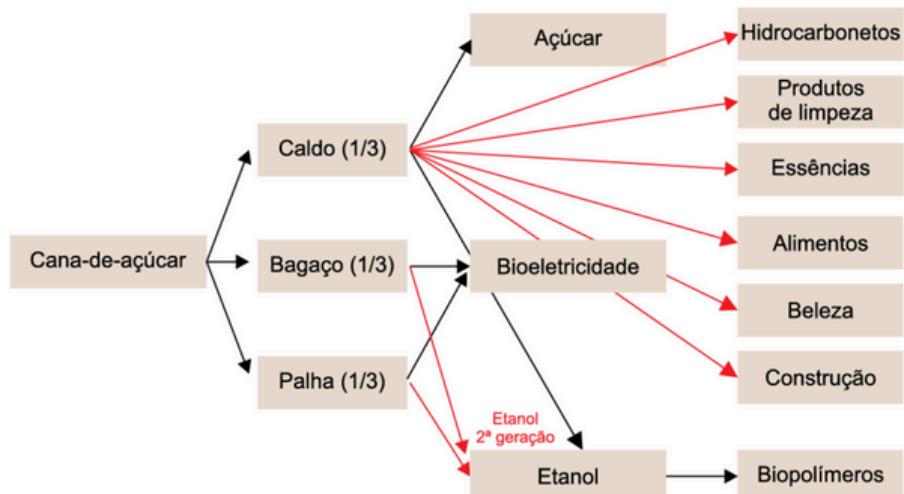


Álcool Carburante: Semelhante ao etanol hidratado, destinado para veículos.

Bioenergia: Energia gerada a partir da biomassa da cana.

Biodiesel: Obtido a partir do óleo da cana.

Esses derivados evidenciam a versatilidade e a importância econômica e ambiental da cana-de-açúcar.



Abordagem Climática

O clima é crucial no planejamento agrícola da cana-de-açúcar.

Baixas temperaturas e deficiência hídrica aumentam o teor de sacarose, pois o frio retarda o crescimento e favorece o acúmulo de açúcar. Em contraste, o aumento da temperatura retoma o crescimento da planta e interrompe o acúmulo de sacarose, desde que o solo tenha água suficiente.

O equilíbrio hídrico entre o solo e o sistema radicular é fundamental, pois a água em excesso pode prejudicar processos químicos e biológicos, limitando o oxigênio e gerando compostos tóxicos para as raízes.



A baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento dos cultivos agrícolas, sendo a principal causa da redução da produtividade.

Em condições de déficit, as plantas tendem a diminuir a perda de água pelo fechamento parcial dos estômatos (1), reduzindo o potencial da água na planta. Além disto, o alongamento foliar é mais afetado pela falta de água do que o alongamento do colmo. Dependendo do genótipo de cana, a deficiência hídrica

(1) Estômatos ou estomas são estruturas constituídas por um conjunto de células localizadas especialmente na epiderme inferior das folhas, porém, também são encontrados, em menor número, em pecíolos, em caules jovens e partes florais.



A monocultura da cana-de-açúcar e impactos significativos no Brasil

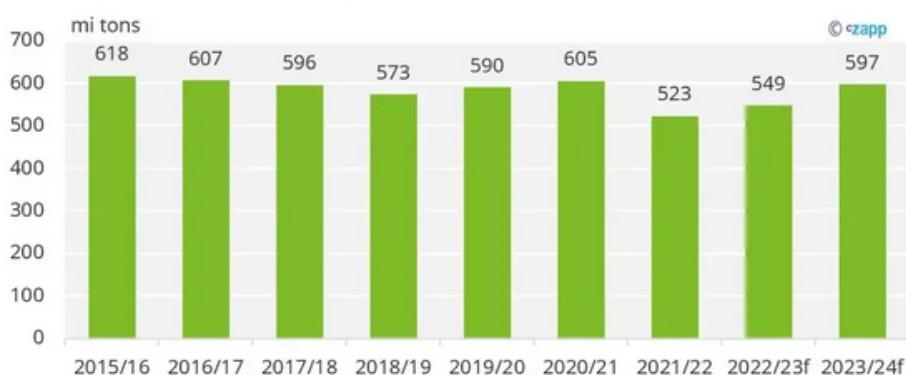
O expressivo crescimento da produção de cana-de-açúcar, no Brasil, nas últimas décadas, tem determinado importantes mudanças no que se refere ao aspecto agroambiental. Os números do setor canavieiro impressionam pela grande extensão da área cultivada.

A cana-de-açúcar ocupa hoje por volta de 6 a 6,5 milhões de hectares de terras, o equivalente a 1,5 % dos solos cultivados do Brasil, caracterizando um sistema monocultivo que tem especial significado econômico e social para o país

Um levantamento da oferta de cana-de-açúcar no mundo, referente ao período 1990-2000, consolida o Brasil e a Índia como líderes da produção.

O país produz por volta de 370 milhões de tonelada de cana por ano, o que equivale a 27 % da produção mundial. Nos últimos 5 anos o mercado cresceu, seguidamente, 10 % ao ano, exigindo, dessa forma, planejamentos estratégicos e mudanças de tecnologia para garantir uma alta produtividade, competitividade e harmonia com as questões ambientais. Em média, 55 % da cana brasileira é convertida em álcool e 45 % em açúcar. As receitas em divisas estão variando entre US\$ 1,5 a 1,8 bilhões por ano, representando cerca de 3,5 % do total das exportações brasileira.

CS Brasil: Moagem de Cana-de-Açúcar

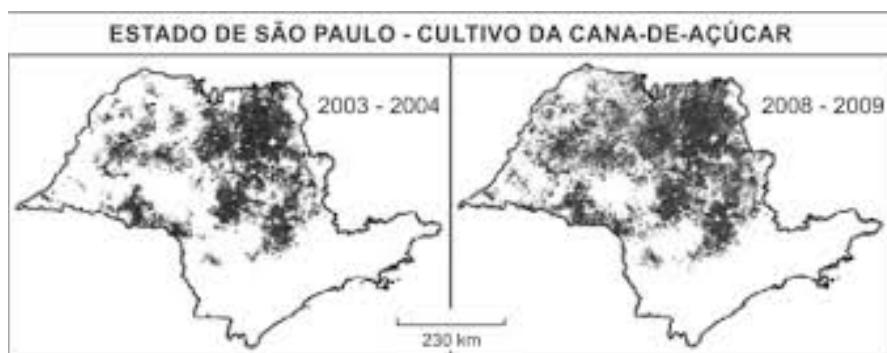


Cana de açúcar: Produção de 2023/24



São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com aproximadamente 3 milhões de hectares em mais de 350 municípios. Na safra 99/2000, o setor empregou diretamente 235 mil trabalhadores e cerca de 80 mil na agroindústria, totalizando 315 mil pessoas.

Os investimentos incluem o custo com pesticidas para controlar insetos e ervas daninhas, que causam grandes prejuízos à cultura. O uso de inseticidas e herbicidas aumenta os custos e tem efeitos ambientais negativos, como a persistência prolongada no ambiente e a contaminação de mananciais aquáticos, afetando peixes e outros organismos benéficos.



Cultivo da cana em São Paulo, 2003-2004 2008-2009



Na atualidade, tanto a comunidade científica quanto à sociedade civil têm se preocupado com as questões ambientais e a preservação da vida no planeta. Assim, surge a perspectiva do cultivo orgânico da cultura da cana-de-açúcar. Isso tem levado os produtores a adequar a atividade agrícola a uma ação que seja ambientalmente correta e economicamente viável, crescendo a procura por métodos alternativos ao controle químico, abrindo, desta forma, grande oportunidade para a implementação de pesquisas com agentes de controle biológico.



Plantação de Cana-de-Açucar Caiana

Produção de Álcool no Brasil + Ditadura Militar

Entre as décadas de 1930 e 1980, a forte intervenção do Estado brasileiro na produção de etanol de cana organizou, aumentou a produtividade e a competitividade do setor. Nos dez anos seguintes, a produção de cana-de-açúcar em São Paulo aumentou quase seis vezes, tornando os paulistas os maiores produtores do Brasil na década de 1950.

A crise do petróleo no início dos anos 1970 impulsionou a expansão da produção de cana para outras regiões do Brasil.

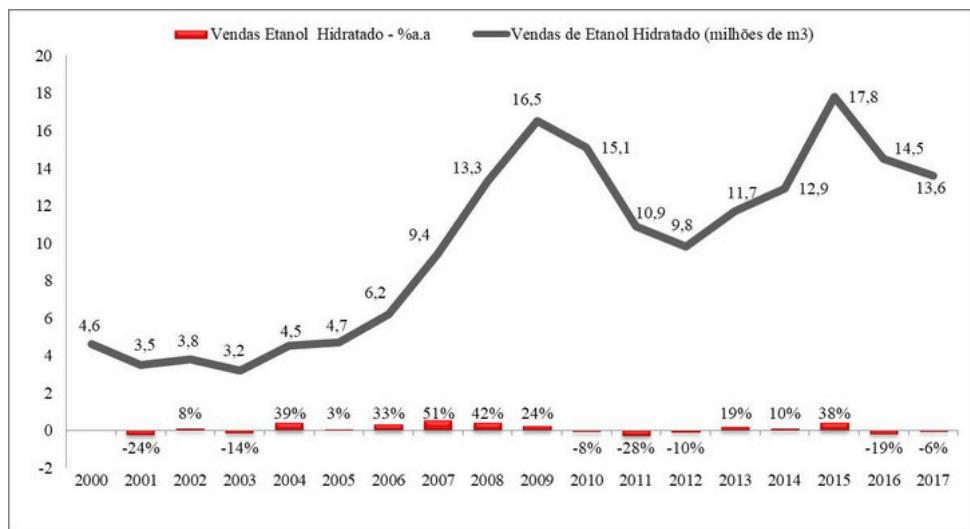


Compra do carro movido 100% a Álcool



Em 1975, a criação do PROÁLCOOL – Programa Governamental de Incentivo à Produção de Etanol para substituir a gasolina – alavancou o desenvolvimento das novas regiões produtoras.

Com a expansão da produção agrícola da cana para o Paraná, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, o Brasil deixou de produzir 300 milhões de litros de etanol para ultrapassar o montante de 11 bilhões de litros do biocombustível.



Evolução da Produção e venda do Etanol



O Proálcool, criado na década de 1970, resultou em ganhos de produtividade agrícola e industrial e na redução dos custos de produção, permitindo a eliminação dos subsídios públicos no final dos anos 1990. Isso consolidou o Brasil como líder global na substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis no setor de transportes. No entanto, mudanças institucionais no início dos anos 1990, incluindo a desregulamentação de cadeias agroindustriais, provocaram alterações significativas na organização da cadeia produtiva da cana, afetando produtores, consumidores e políticas do setor.



O Combustível que mudou nossa história, Era do Alcool.

Etapas da produção de combustível a partir da cana.

O etanol passa por várias etapas antes de chegar aos postos de combustível. O processo começa com o plantio de cana e inclui a extração do líquido da planta, que é fermentado para se transformar em etanol. Durante esse processo, o etanol passa por estágios intermediários como melaço e até "vinho". Cada tonelada de cana pode gerar cerca de 100 litros de etanol. Nas usinas, a cana passa por diversos processos até se transformar no combustível final.





Lavagem: Nas usinas, a cana-de-açúcar é lavada em uma esteira rolante para remover impurezas como poeira e areia, depois é picada e passa por um eletroímã para eliminar materiais metálicos antes do processamento.

Moagem: A cana é moída por rolos trituradores, gerando um líquido chamado melado, que representa cerca de 70% do produto original. A parte sólida restante, cerca de 30%, é transformada em bagaço. O melado é usado para a fabricação de etanol, enquanto o bagaço pode ser aproveitado na geração de energia na usina.

Impurezas: Para eliminar os resíduos presentes no melado (restos de bagaço, areia, etc), o líquido passa por uma peneira. Em seguida, ele segue a um tanque para repousar, fazendo com que as impurezas se depositem ao fundo – processo chamado decantação.



Fermentação: Na fermentação, o caldo de cana puro é misturado com leveduras, como **Saccharomyces cerevisiae**, em tanques. As leveduras consomem o açúcar do caldo, produzindo etanol e gás carbônico. Após várias horas, o processo resulta em um vinho fermentado com leveduras, açúcar não fermentado e cerca de 10% de etanol.

Destilação: Após a fermentação, o etanol é separado do vinho fermentado por destilação. O líquido é aquecido até evaporar, e o vapor é condensado para separar o etanol do vinho. O resultado é o álcool hidratado, com cerca de 96% de teor alcoólico, pronto para ser usado como combustível.

Desidratação: Para obter álcool anidro a partir do álcool hidratado, é necessário remover a água restante. Isso é feito por desidratação, onde um solvente é adicionado ao álcool hidratado, misturando-se apenas com a água, que é então evaporada junto com o solvente.

Armazenamento: O etanol anidro e hidratado são armazenados em tanques e transportados para distribuidoras. Resíduos da fabricação, como bagaço, são usados como biomassa, e o CO₂ da fermentação pode ser empregado na produção de refrigerantes. O álcool para bebidas e outros produtos passa por processos adicionais para se transformar em produtos finais..



Referências

- ALMEIDA, J.E.M. Resultados do controle biológico da cigarrinha da raiz da cana-de-açúcar com *Metarhizium anisopliae*. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – RIFIB, 9, 2003, Catanduva, SP. Anais..., 2003,
- ALVES, S.B. Controle microbiano de insetos. Piracicaba: FEALQ. 1998.
- ALVES S.B. & PEREIRA, R.M. Produção de fungos entomopatogênicos In: Controle microbiano de insetos (ed) Alves, S.B., Piracicaba, FEALQ, 1998,
- AQUINO, M.L.N.; CAVALCANTI, V.A. L.B.; SENA, R.C. QUEIROZ, G.F. Nova tecnologia de multiplicação do fungo *Metarhizium anisopliae*. Recife, Bol. Tec. CODECAP. 1975.
- AQUINO, M.L.N.; VITAL, A F. CAVALCANTI, V.A L.B. Cultura de *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sorokin em sacolas de polipropileno. Recife, Bol. Tec. CODECAP. 1977.
- ARRIGONI, E.B. Cana-de-açúcar: moscas e pequenas vespas fazem o controle. Manual de Controle Biológico. Rio de Janeiro, Sociedade Nacional de Agricultura, p.21-22, 1992.
- CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (ed).

LANDELL, M.G.A.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A.C.M.. O estado da arte da pesquisa em cana-de-açúcar na região Centro-sul do Brasil. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – RIFIB, 9, 2003b, Catanduva, SP. Anais..

LEITE, L.G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J.E.M.; ALVES, S.B. Produção de fungos entomopatogênicos. Ribeirão Preto, A.S. Pinto, 2003.

LIMA, G.A. Cultura da cana-de-açúcar. 159p. 1984.

LIMA, R.O.R.; MARQUES, E.J. Controle biológico das pragas da cana-de-açúcar no Nordeste. Piracicaba, IAA-PLANALSUCAR, 1985.

LUCHINI, L.C. Contaminação ambiental por agroquímicos. In: CICLO SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS. 4, 1999, Campinas, SP, Anais... , 1999

Machado, L.A. **Estudos biológicos e comportamentais de *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae) e sua interação com nematóides entomopatogenicos e outros agentes de mortalidades.** 2006.Tese (Doutorado em Parasitologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

PLANALSUCAR. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, 28p. 1977.

PLANALSUCAR. Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba, 28p. 1982.

ROS, P.B. 2004. Avaliação da resistência de variedades de cana-de-açúcar ao raquitismo da soqueira com base na taxa de colonização dos colmos por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*. 2004. 58f. Dissertação (mestrado), Piracicaba/SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 2004.

SANGUINO, A. Situação atual da pesquisa em doenças da cana-de-açúcar. Summa Phytopathologica. v.24, n.1, p.90-91, 1998.

SANTOS, A.S. 2003. Doenças causadas por fungos e bactérias em cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – RIFIB, 9, 2003, Catanduva, SP. Anais..., p.10-17, 2003.

VELINI, E.D. & NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. Congresso Brasileiro da Ciências das Plantas Daninhas, 22. Foz de Iguaçu, 2000. Palestra..., p.148-164, 2000.